

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 931 609 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.07.1999 Patentblatt 1999/30

(51) Int. Cl.⁶: B22D 11/04

(21) Anmeldenummer: 99100854.1

(22) Anmeldetag: 19.01.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 27.01.1998 DE 19802809

(71) Anmelder: KM Europa Metal AG
49074 Osnabrück (DE)

(72) Erfinder:

- Hörschemeyer, Wolfgang
49082 Osnabrück (DE)
- Hugenschütt, Gerhard
49191 Belm (DE)
- Villanueva, Hector
49086 Osnabrück (DE)
- Rode, Dirk Dr.
49088 Osnabrück (DE)

(54) Flüssigkeitsgekühlte Kokille

(57) Eine flüssigkeitsgekühlte Kokille zum Stranggießen von dünnen Stahlbrammen weist einen formgebenden Kokillenkörper aus einem Material hoher Wärmeleitfähigkeit, wie Kupfer oder einer Kupferlegierung auf. Vorzugsweise besteht der Kokillenkörper aus jeweils zwei einander gegenüberliegenden Breitseitenwänden und die Strangbreite begrenzenden Schmalseitenwänden, wobei die Breitseitenwände einen

trichterförmigen Eingießbereich bilden.

Um Rißbildungen in den thermisch und mechanisch höher beanspruchten Bereichen der Kupferplatten zu vermeiden, sind insbesondere im Badspiegelbereich Kühlzonen mit höherem flächenbezogenen Wärmestrom angeordnet.

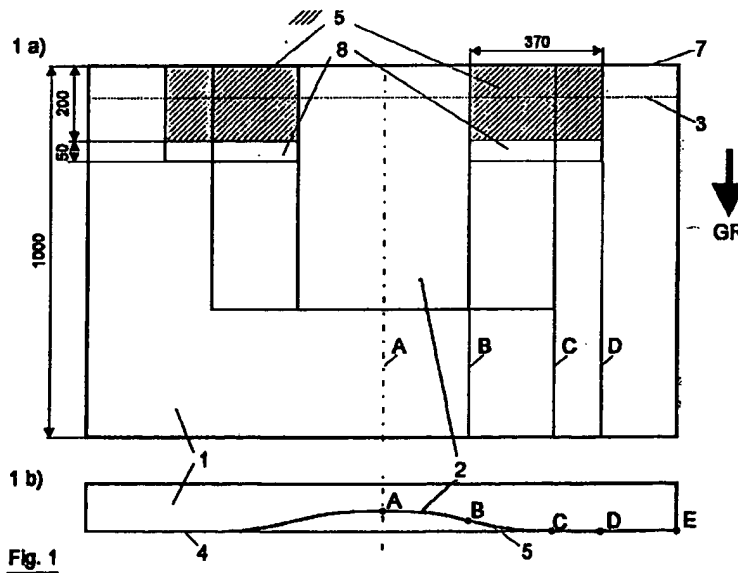


Fig. 1

EP 0 931 609 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine flüssigkeitsgekühlte Kokille für eine Stranggießanlage mit einem formgebenden Kokillenkörper aus einem Material hoher Wärmeleitfähigkeit, wie Kupfer oder einer Kupferlegierung.

[0002] Kokillen sollen dem schmelzflüssigen Metall Wärme entziehen und über die anfangs erfolgende Strangschalenbildung eine Durcherstarrung des Strangs ermöglichen.

[0003] Es sind abhängig vom Anwendungszweck verschiedene Kokillengeometrien in Gebrauch, wie Kokillenrohre in runder, rechteckiger oder komplexer Form. Kokillenplatten werden für quadratische/rechteckige Vorblöcke oder für Brammen mit größerem Seitenverhältnis verwendet. Daneben gibt es spezielle Geometrien, wie Vorprofile für Doppel-T-Träger und Dünnbrammenkokillen mit Trichterweiterung im oberen Plattenbereich zur Aufnahme der Gießdüse. Allen diesen Kokillen ist zu eigen, daß eine homogene Kühlung der Flächen angestrebt wird. Die Eckenbereiche stellen Sonderfälle dar, da z. B. konstruktionsbedingt bei Plattenkokillen Stoßkanten mit gestörter Kühlung vorhanden sind. Darüber hinaus sind zum Teil Bereiche mit größeren Materialvolumina für die rückseitigen Befestigungselemente gegeben, die mit speziell gestalteten nutenartigen Kühlmittelkanälen ansatzweise in Bezug auf gleiche Kühlung wieder angeglichen werden.

[0004] Ferner ist bekannt, thermisch besonders hoch beanspruchte Kokillen besser zu kühlen, um eine frühzeitige Schädigung der Kokille zu vermeiden. Das heißt für Dünnbrammenkokillen zum einen, daß der Widerstand der Kokillenwand nicht zu groß sein darf, weshalb dann geringere Wanddicken gewählt werden. Zum anderen werden bei den angestrebten höheren Gießgeschwindigkeiten besondere Ansprüche an die Kühlwasserqualität und die Kühlwassergeschwindigkeit gestellt.

[0005] Mit allen genannten Maßnahmen verfolgt man dasselbe Ziel, eine möglichst gute, homogene Kühlung der Gießseite des Kokillenkörpers einzustellen. Mögliche bauartbedingte Störbereiche - wie an rückseitigen Kühlflächen - werden gegebenenfalls beseitigt, um wieder eine gleichmäßige Kühlung zu erhalten.

[0006] Die lokalen Beanspruchungsbedingungen beim Einsatz von Trichterkokillenplatten sind zum einen betriebsbedingt. Sie werden gießseitig wesentlich bestimmt durch die Stahlsorte/Gießtemperatur, die Geschwindigkeit, die Schmier-/Kühlbedingungen des Gießpulvers, die Geometrie der Gießdüse und die zugehörige Strömung der Schmelze. Auf der anderen Seite bestimmen wasserseitig Kühlwasserqualität, Kühlwassermenge und Wassergeschwindigkeit die Kokillentemperaturen. Diese Größen sind teilweise bereits durch die Kokillenkonstruktion - wie mit der Geometrie der Kühlmittelkanäle - bestimmt.

[0007] Durch zerstörende Prüfung zahlreicher Kokillenplatten aus dem Einsatz in verschiedenen Stahlwerk-

ken ist jedoch die tatsächliche Beanspruchung und auch die daraus resultierende Schädigung des Kokillenwerkstoffs eindeutig festzustellen. Auf Basis dieser Untersuchungen ist eine über der Breite des Meniskus' unterschiedliche Erweichung der Oberfläche bzw. des oberflächennahen Bereichs festzustellen.

[0008] So fällt die Härte von 100 % des Ausgangswerts im kritischen Bereich auf etwa 60 % ab, während auf derselben Höhe neben dem kritischen Bereich nur ein Abfall auf etwa 70 % der Ausgangshärte gemessen wird; der Randbereich der Kokillenplatte ist hierbei nicht betrachtet. Eine ähnliche Aussage zeigen Messungen in der Wanddicke nach Einsatz der Kokillenplatten; gleiche Materialerweichungen erstrecken sich im kritischen Bereich des Badspiegels auf etwa ein Drittel größere Tiefen im Vergleich zu unkritischen Bereichen.

[0009] Dünnbrammen-Kokillen werden infolge verschiedener Einflüsse auf den Breitseitenwänden unterschiedlich stark beansprucht. Zu diesen Einflüssen zählen im wesentlichen:

- eine hohe Strömungsgeschwindigkeit der Stahlschmelze; Turbulenzen der Schmelze beanspruchen insbesondere die Übergangsbereiche des Trichters in die planparallelen Seiten des Gießquerschnittes.
- eine höhere mechanische Beanspruchung der im Trichterauslauf gebogenen Wand der Kupferplatte infolge thermischer Ausdehnung. Die resultierenden Spannungen sind hier an der Gießseite besonders hoch.

[0010] Das führt zu besonders ausgeprägter Erweichung des Kokillenwerkstoffes in diesem Übergangsbereich des Trichters. Aufgrund der lokal relativ höheren Temperaturen und der auf die jeweilige Warmfestigkeit eines Werkstoff-Volumenelements bezogenen höheren Werkstoffbelastung erfolgt in diesem Oberflächenbereich frühzeitig Reißbildung. Diese Reißbildung kann dann aufgrund eines hier temperaturbedingt ausgeprägter ablaufenden Diffusionsvorgangs von Zn-Atomen aus dem Stahl in die Cu-Matrix eher stattfinden, weil die sich bildenden CuZn-Phasen eine harte und spröde Oberflächenschicht bilden, die eine höhere Reißfortschrittsgeschwindigkeit ermöglicht.

[0011] Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Kokillenkörper zu schaffen, bei dem der Wärmestrom im Badspiegelbereich erhöht ist und die Gefahr von Reißbildungen in den thermisch und mechanisch höher beanspruchten Bereichen vermieden werden kann.

[0012] Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 aufgeführten Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0013] Kernpunkt der Erfindung bildet somit die Maß-

nahme, in den überkritisch beanspruchten Bereichen beidseitig des Trichters eine deutlich stärkere Kühlung des Kokillenkörpers einzustellen. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, die Kühlleistung in diesen kritischen Bereichen vorzugsweise um 10 bis 20 % gegenüber den horizontalen Nachbarbereichen zu erhöhen. Kühlmittelkanäle können z. B. hier vorteilhaft enger gesetzt werden, so daß sich die gekühlte Fläche vergrößert. Alternativ lassen sich die Kühlmittelkanäle lokal auch näher an die Oberfläche bringen; in diesem Fall arbeitet man ungewöhnlicherweise mit unterschiedlichen - effektiv wirksamen - Kühlwanddicken über dem Kühlwasser. Ähnliches gilt für Kühlbohrungen. Außerdem lassen sich mit nutenartigen Kühlmittelkanälen ausgebildete Breitseitenplatten in den kritischen Bereichen des Trichterübergangs zusätzlich mit Kühlbohrungen versehen; auch hier erhöht sich überraschenderweise trotz geringer Wanddicke der Reißwiderstand des Kokillenwerkstoffs und damit die Gesamtlebensdauer der Kokillenplatte.

[0014] Darüber hinaus erreicht man mit rückseitig verschiedenen Kühlintensitäten einen deutlich besser ausgeglichenen Temperaturverlauf an der Gießseite der Plattenoberfläche. Dieser Effekt ermöglicht ein kleineres Temperaturintervall für einen sinnvollen, engeren Arbeitstemperaturbereich des Gießpulvers. Damit kann die Abstimmung des Gießpulvers auf einen kälteren oder heißeren Temperaturbereich vermieden werden.

[0015] Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen noch näher erläutert.

[0016] Die in Figur 1 dargestellte Trichterkokillenplatte 1 weist am horizontalen Auslauf (vertikale Linie C) des Trichters 2 gießseitig die höchste thermische Beanspruchung auf. Als direkte Folge ergibt sich ein bei C in Gießrichtung GR direkt unterhalb des Badspiegels 3 liegender maximaler flächenbezogener Wärmestrom von 4,7 bis 5,2 MW/m². Es liegen rechnerisch ermittelte maximale Temperaturen von etwa 400 °C an der Gießseite 4 der Kokillenplatte 1 vor. Die effektiv wirksame Wanddicke d der Kokillenplatte 1 aus Kupfer wird nun im kritischen Bereich 5 zwischen den Linien B, C, D auf den oberen 200 mm der Kokillenplatte von d₁ = 20 mm auf d₂ = 18 mm verringert (Fig. 2).

[0017] Damit wird eine um 28 °C verringerte maximale Oberflächentemperatur eingestellt; diese bevorzugte Kühlung bleibt bei entsprechender Nacharbeit der Kokillenplatte 1 erhalten. Obwohl die Wanddicke d₂ im kritisch beanspruchten Bereich 5 um 2 mm geringer ist, kommt es einschließlich Nacharbeiten überraschenderweise dennoch zu einer insgesamt höheren Lebensdauer der Kokillenplatten 1. Der mit tiefer eingebrachten Kühlnuten 6 (Wanddicke zwischen Gieß- und Kühlfläche 18 mm statt 20 mm) intensiver gekühlte Bereich 5 erstreckt sich im vorliegenden Fall über folgende Flächen (siehe Fig. 1): Länge horizontal ab dem Wendepunkt B des Trichters 2 über 370 mm bis zum Endpunkt D. Die intensivere Kühlfläche erstreckt sich von der Plat-

tenoberkante 7 bis 200 mm in Gießrichtung GR; es schließt sich eine Übergangszone 8 von 50 mm an, in der die Tiefe d der Kühlnuten 6 angeglichen wird.

Patentansprüche

1. Flüssigkeitsgekühlte Kokille für eine Stranggießanlage mit einem formgebenden Kokillenkörper aus einem Material hoher Wärmeleitfähigkeit, wie Kupfer oder einer Kupferlegierung, dadurch gekennzeichnet, daß der Kokillenkörper kühlflächenseitig in den thermisch und mechanisch höher beanspruchten Bereichen eine Kühlzone mit höherem flächenbezogenen Wärmestrom aufweist.
2. Kokille nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Formhohlraum aufweist, der aus zwei einander gegenüberliegenden Breitseitenwänden und die Strangbreite begrenzenden Schmalseitenwänden besteht.
3. Kokille nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Formhohlraums am eingießseitigen Ende größer ist als am strangaustrittsseitigen Ende.
4. Kokille nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Formhohlraum am eingießseitigen Ende wenigstens eine Ausbauchung besitzt, die sich in Gießrichtung (GR) verkleinern kann.
5. Kokille nach einer der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlzone mit höherem flächenbezogenen Wärmestrom im Badspiegelbereich angeordnet ist, wobei sie sich auf mindestens 20 %, vorzugsweise 30 bis 60 % der Meniskushöhe der Breitseitenwand erstreckt.
6. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der flächenbezogene Wärmestrom im höher beanspruchten Bereich des Badspiegels um 5 bis 40 %, vorzugsweise um 10 bis 20 % größer ist als in den übrigen Bereichen des Badspiegels.
7. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Wanddicke zwischen Gieß- und Kühlfläche in den thermisch und mechanisch höher beanspruchten Bereichen der Breitseitenwände verringert ist.
8. Kokille nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandung zwischen Gieß- und Kühlfläche im Badspiegelbereich eine um 1 bis 6 mm verringerte Dicke aufweist.
9. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Kokillenkörper parallel

zur Gießrichtung verlaufende nutenartige Kühlmittelkanäle und/oder Kühlbohrungen aufweist, die in den thermisch und mechanisch höher beanspruchten Bereichen enger angeordnet sind.

5

10. Kokille nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Kühlmittelkanäle und/oder Kühlbohrungen in dem thermisch und mechanisch höher beanspruchten Bereichen um mindestens 20 % geringer ist als in den horizontalen Nachbarbereichen des Badspiegels. 10

11. Kokille nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlmittelkanäle und/oder Kühlbohrungen in einem Übergangsbereich stufenweise enger angeordnet sind. 15

12. Kokille nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Kühlmittelkanälen zusätzliche Kühlbohrungen angeordnet sind. 20

25

30

35

40

45

50

55

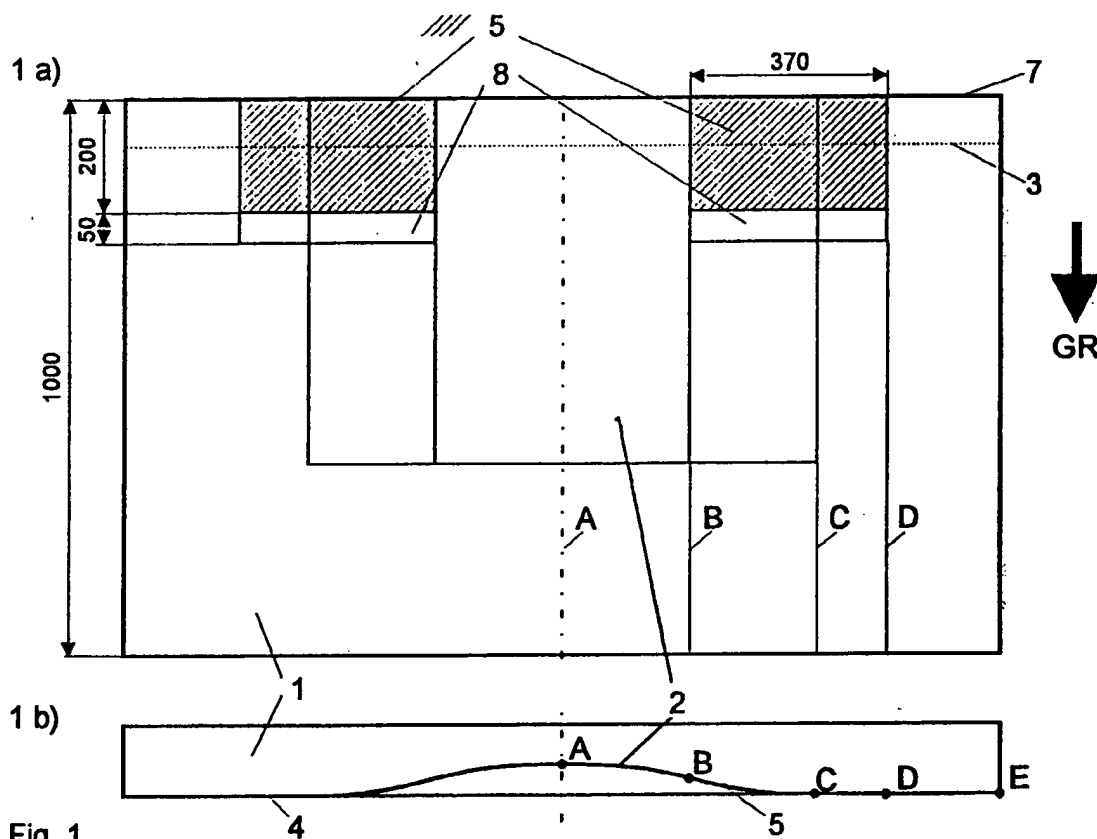


Fig. 1

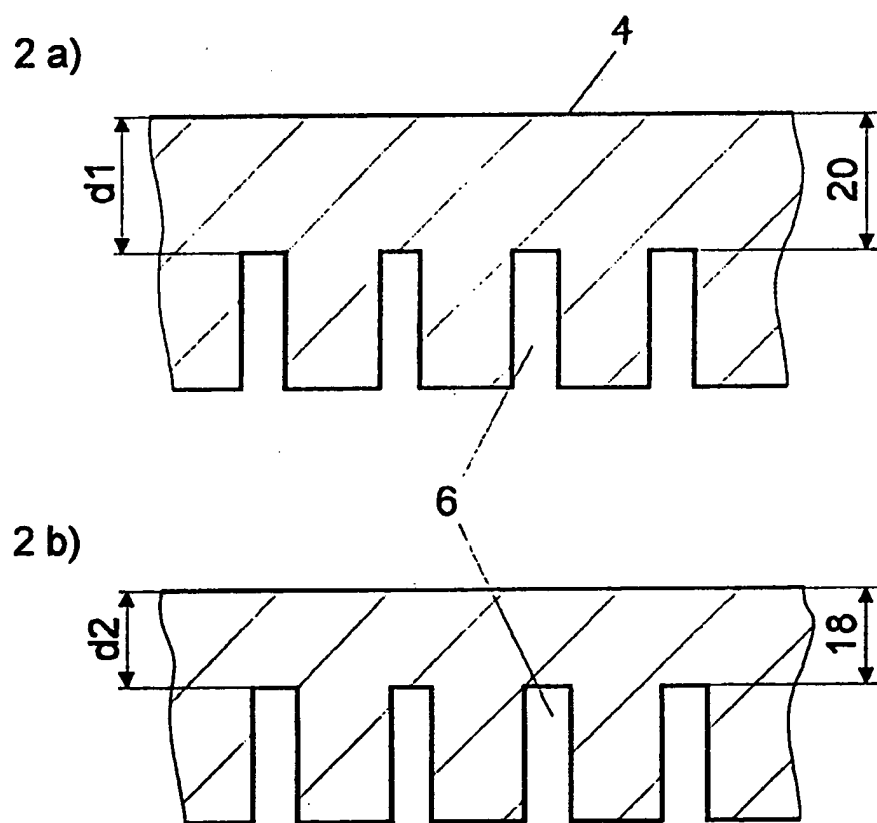


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 10 0854

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
P,X	WO 98 41342 A (IND INC AG) 24. September 1998 * Seite 4, Zeile 8 - Seite 7, Zeile 6; Abbildungen 1-4 *	1-12	B22D11/04
X	DE 41 27 333 A (SCHLOEMANN SIEMAG AG) 25. Februar 1993 * Spalte 1, Zeile 3 - Spalte 2, Zeile 38; Abbildungen 1-5 *	1-5	
X	GB 2 156 252 A (MANNESMANN AG) 9. Oktober 1985 * Seite 1, Zeile 38 - Seite 2, Zeile 33; Abbildungen 1-3 *	1,6-9	
X	US 3 595 302 A (MALLENER PAUL) 27. Juli 1971 * Spalte 2, Zeile 49 - Spalte 4, Zeile 49; Abbildungen 1,3,6,7 *	1,2,7-11	
X	GB 2 177 331 A (OUTOKUMPU OY) 21. Januar 1987 * Seite 1, Zeile 5 - Zeile 121; Abbildungen 1-3 *	1,5,6,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
X	EP 0 730 923 A (KM EUROPA METAL AG) 11. September 1996 * Spalte 1, Zeile 3 - Spalte 2, Zeile 16; Abbildungen 1,2 *	1	B22D
X	DATABASE WPI Section Ch, Week 8830 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M22, AN 88-212272 XP002100951 & SU 1 366 282 A (KRAMA MECH ENG RES INST) , 15. Januar 1988 * Zusammenfassung *	1,7,8	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abchlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	23. April 1999	Mailliar, A	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1600 (03.92) (P44003)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 10 0854

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 262 (M-341), 30. November 1984 & JP 59 133940 A (MISHIMA KOUSAN KK), 1. August 1984 * Zusammenfassung * - & JP 59 133940 A (MISHIMA KOUSAN KK) * Abbildungen 7,8 *	1,2,5,7, 8	
A	GB 2 212 084 A (VOEST ALPINE IND ANLAGEN) 19. Juli 1989 * Abbildungen 1-7 *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 23. April 1999	Prüfer Mailllard, A
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03.92 (P44C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 10 0854

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Daten des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-04-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9841342	A	24-09-1998	AU	6573798 A	12-10-1998
DE 4127333	A	25-02-1993	KEINE		
GB 2156252	A	09-10-1985	DE	3411359 A	31-10-1985
			FR	2561959 A	04-10-1985
			JP	1033266 B	12-07-1989
			JP	1550011 C	09-03-1990
			JP	60221153 A	05-11-1985
			US	4658884 A	21-04-1987
US 3595302	A	27-07-1971	KEINE		
GB 2177331	A	21-01-1987	FI	852493 A	25-12-1986
			CH	667823 A	15-11-1988
			DE	3621073 A	12-02-1987
			SE	461959 B	23-04-1990
			SE	8602716 A	25-12-1986
EP 0730923	A	11-09-1996	DE	19508169 A	12-09-1996
			BR	9600967 A	30-12-1997
			CA	2171388 A	09-09-1996
			CN	1137429 A	11-12-1996
			JP	9047844 A	18-02-1997
			PL	313107 A	16-09-1996
			US	5797444 A	25-08-1998
			ZA	9601921 A	29-07-1996
GB 2212084	A	19-07-1989	AT	389251 B	10-11-1989
			AT	341487 A	15-04-1989
			CA	1318767 A	08-06-1993
			DE	3840448 A	06-07-1989
			FR	2625121 A	30-06-1989
			JP	1210153 A	23-08-1989
			US	5117895 A	02-06-1992

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82